

## ZASTOSOWANIE TECHNOLOGII WIELOKRYTERIALNYCH W ZARZĄDZANIU KRYZYSOWYM

### THE APPLICATION OF MULTICRITERIA TECHNOLOGIES IN DISASTER MANAGEMENT

Agnieszka Chojka

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

**Słowa kluczowe:** GIS 3D, modelowanie informacji o budynku, zarządzanie kryzysowe  
Keywords: GIS 3D, building information modelling, disaster management

### Wstęp

Dynamiczny rozwój branży IT (ang. *Information Technology*) wywiera ogromny wpływ na rozszerzenie możliwości technologii GIS (ang. *Geographic Information System*), w szczególności w zakresie pozyskiwania, gromadzenia, przetwarzania czy wizualizacji danych przestrzennych. Im większy kładzie się nacisk na ujednoczenie standardów zapisywania danych, tym większe są możliwości automatyzacji procesów przetwarzania i wizualizacji danych przestrzennych. Inicjatywa tworzenia infrastruktury danych przestrzennych umożliwia z kolei swobodny dostęp poprzez Internet, za pomocą różnych sieciowych usług geoinformacyjnych, do coraz bogatszych zasobów danych przestrzennych.

Systemy geoinformacyjne (GIS) to technologia, która znajduje wiele praktycznych zastosowań, w wielu różnych dziedzinach, między innymi w zarządzaniu kryzysowym. Szczególnie przydatna w tej dziedzinie jest możliwość wizualizacji danych przestrzennych, a zwłaszcza możliwość ich prezentacji w kontekście przestrzennym i czasowym. Dzięki temu można śledzić dynamikę zmian zjawisk naturalnych, na przykład zmiany klimatyczne zachodzące lokalnie lub globalnie, przemieszczanie się lądów i tym podobne. Przy użyciu takich dynamicznych map można śledzić również przykładowo: rozwój pożaru, skutki silnych wiatrów, czy też natężenie ruchu na drodze. Ma to ogromne znaczenie podczas podejmowania decyzji w czasie reagowania kryzysowego.

Celem niniejszego artykułu jest dokonanie przeglądu aktualnych technologii i standardów 3D GIS oraz wskazanie potencjalnych możliwości ich zastosowania w dziedzinie zarządzania kryzysowego.

## Przegląd standardów i technologii 3D

Poniżej dokonano krótkiego przeglądu aktualnie najbardziej popularnych technologii i standardów 3D, które można wykorzystać w połączeniu z technologią GIS.

### Modelowanie informacji o budynku

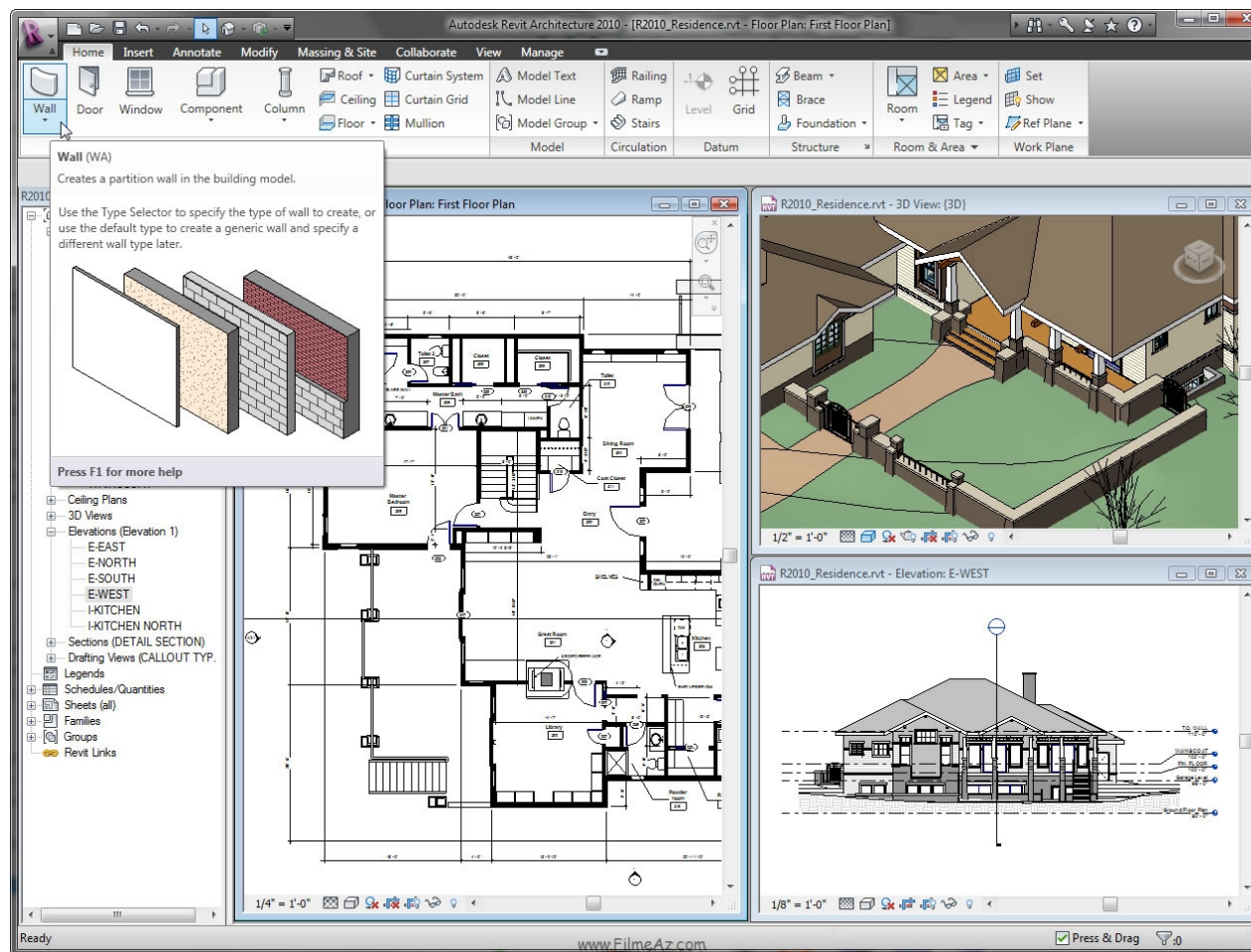
BIM (ang. *Building Information Modelling*), czyli modelowanie informacji o budynku, to zintegrowany proces zoptymalizowanego projektowania, wykonawstwa i zarządzania budynkami. Bierze on pod uwagę cały cykl życia budynku i jest w stanie, na wczesnym etapie, przeanalizować wpływ decyzji projektowych na późniejsze użytkowanie i zarządzanie budynkiem. Tworzony jest wirtualny trójwymiarowy model budynku (model informacji o budynku), który jest wykorzystywany i przekazywany przez wszystkie fazy projektowania, konstruowania i zarządzania, wciąż wzbogacany o nowe informacje. Cyfrowy model zarządza i łączy różne części i komponenty budynku z odpowiednimi jego aspektami, takimi jak: geometria, użyte materiały, koszty i wyniki analizy strukturalnej (rys. 1). W praktyce oznacza to, że architekci, konstruktorzy, branżyści, jak również klienci mają dostęp do tego samego modelu 3D i do danych, których potrzebują, aby móc je w przyszłości przetwarzać. Mogą to być dla przykładu dane projektowe, takie jak: rzuty pięter, przekroje i widoki czy też komponenty inteligentne, zawierające informacje o ilościach, kosztach i właściwościach fizycznych. Informacje te mogą być następnie wykorzystywane do przeprowadzania analiz, wizualizacji i symulacji, pozwalających dokładnie przewidywać zachowanie się budynku, jego wygląd oraz koszty, a także wybudować go szybciej, ekonomiczniej i przy mniejszym wpływie na środowisko naturalne (Nemetschek Allplan, 2008).

### Język modelowania rzeczywistości wirtualnej

VRML (ang. *Virtual Reality Modelling Language*), dosłownie język modelowania rzeczywistości wirtualnej jest standardem formatu pliku opisującym grafikę trójwymiarową (3D), interaktywną grafikę wektorową, projektowaną głównie z myślą o stronach internetowych. Obecnie VRML został zastąpiony przez X3D. Wersją języka modelowania rzeczywistości wirtualnej przeznaczoną do opracowań danych przestrzennych jest GeoVRML 2.0 (<http://www.ai.sri.com/geovrml/>).

VRML jest plikiem tekstowym, w którym dla przykładu wierzchołki i krawędzie wielokątów mogą być opisane dodatkowymi cechami, takimi jak: kolor powierzchni, mapowanie tekstur, odbłaskowość powierzchni materiału, przezroczystość i tym podobne. Formaty URL mogą być przypisane do komponentów graficznych, które przeglądarka internetowa może pobrać ze strony internetowej lub do innych plików VRML z Internetu, gdy użytkownik wskaże określony komponent graficzny. Animacje, dźwięki, światła i inne elementy wirtualnego świata mogą wchodzić w interakcję z użytkownikiem lub być inicjowane zewnętrznie przez tak zwane oprogramowanie zdarzeniowe (Wikipedia). Specjalny węzeł SCRIPT pozwala dodawać do pliku VRML kod programu (napisany przykładowo w językach JAVA lub JAVASCRIPT).

Pliki w formacie języka modelowania rzeczywistości wirtualnej (inaczej aplikacje) opisują pewne obiekty lub grupy obiektów w przestrzeni trójwymiarowej, dlatego powszechnie nazywane są scenami lub światami. Mają one rozszerzenie WRL. Choć światy VRML są zapisane w formacie tekstowym, często są jednak kompresowane, aby przyspieszyć transfer danych przez Internet (Wikipedia).



Rys. 1. Zrzut ekranu przedstawiający przykład oprogramowania (AUTODESK® REVIT® ARCHITECTURE) wspomagającego modelowanie informacji o budynku (źródło: Autodesk)

Do dalszych prac nad językiem modelowania rzeczywistości wirtualnej (i jego następcą X3D) powołano konsorcjum Web3D (ang. *Open Standards for Real-Time 3D Communication*). Oba formaty zostały zaakceptowane jako międzynarodowe standardy przez organizację ISO (ang. *International Organization for Standardization*).

### X3D

X3D to oparty na formacie pliku XML (ang. *eXtensible Markup Language*) standard ISO, który służy do przedstawiania komputerowej grafiki 3D (następca VRML). X3D wprowadza rozszerzenia do VRML, między innymi zdolność kodowania sceny w składni języka XML, rozszerzone interfejsy programowania aplikacji (API, ang. *Application Programming Interface*). Standard X3D ubiega się obecnie o uznanie jako standard 3D dla sieci internetowej, zintegrowany ze stronami HTML5 (ang. *HyperText Markup Language*).

### Web 3D Service

W3DS czyli Web 3D Service, to projekt standardu implementacyjnego OGC (ang. *Open Geospatial Consortium*). Jest to usługa pozwalająca na prezentację w trzech wymiarach danych przestrzennych, na przykład: krajobrazu, modeli miast, budynków z teksturami, roślin czy obiektów ulicznych. Dane przestrzenne są dostarczane w postaci scen, które obejmują wyświetlane elementy, zoptymalizowane na potrzeby ich efektywnego wyświetlania w czasie rzeczywistym. Takie sceny 3D mogą być interaktywnie wyświetlane i oglądane za pomocą przeglądarki internetowej (wymagane jest jednak zainstalowanie odpowiednich „wtyczek” (ang. *plug-in*) – aplikacji, które rozszerzają możliwości innych programów) lub odtwarzane w specjalnych aplikacjach. Reprezentacja obiektów geograficznych może być bardzo zróżnicowana – od bardzo szczegółowych modeli z nałożoną teksturą, po modele bardzo ogólne w postaci abstrakcyjnych brył czy symboli. Formaty stosowane do kodowania scen 3D zostały zaprojektowane z myślą o sieciach komputerowych z ograniczoną przepustowością łącza.

Web 3D Service działa na podobnej zasadzie jak WMS (ang. *Web Map Service*). Sceny są wyszukiwane za pomocą zapytań, w których definiowany jest przykładowo: obszar sceny, wymagane warstwy, czy ich styl wyświetlania. Podobnie jak WMS, W3DS nie wyświetla oryginalnych danych źródłowych, stanowi jedynie ich podgląd, przy czym ten podgląd nie jest obrazem a sceną 3D (GIScience, Department of Geography University of Heidelberg).

Doskonałym przykładem zastosowania tej technologii jest serwis niemieckiego miasta Heidelberg (rys. 2), gdzie został również uruchomiony serwis na potrzeby zarządzania kryzysowego.

### Język CityGML

CityGML to standard OGC stworzony do reprezentacji, magazynowania i wymiany wirtualnych trójwymiarowych modeli miast oraz modeli terenu. Zawiera cechy geometryczne, topologiczne i semantyczne modeli 3D, jak również cechy dotyczące ich wyglądu. Język CityGML został zaimplementowany jako schemat aplikacyjny GML3 (ang. *Geography Markup Language 3.1.1*).

Pozwala on na tworzenie modeli 3D, w zależności od potrzeb i ich przeznaczenia, na różnych poziomach szczegółowości. W tym celu wyróżnia się pięć głównych poziomów dokładności – LoD (ang. *Level of Detail*), w zależności od złożoności geometrycznej, dokładności i kompletności obiektów 3D (rys. 3).

## Język KML

KML (ang. *Keyhole Markup Language*) to oparty na języku XML otwarty standard OGC, który pozwala na wizualizację trójwymiarowych danych przestrzennych. Wykorzystywany jest między innymi w programie GOOGLE EARTH oraz serwisie GOOGLE MAPS. Skompresowaną wersją plików KML są pliki KMZ, które mogą dodatkowo zawierać obrazy satelitarne, ikony czy modele 3D (Wikipedia oraz Google Earth).

## Multiwymiarowość w GIS

Czwarty wymiar w systemach geoinformacyjnych uzyskuje się przez dodanie parametru opisującego czas, przy czym nie jest to czas rzeczywisty, a jedynie symulacja uwzględniająca zmiany obiektów przestrzennych w określonym interwale czasu, przykładowo zmiany w zagospodarowaniu przestrzennym, zmiany klimatyczne. Wyzwanie dla rozwoju technologii GIS stanowią narzędzia 4D GIS potrafiące wyświetlać informacje przestrzenne dynamicznie, w czasie rzeczywistym. Przy użyciu takich aplikacji można będzie na bieżąco śledzić na przykład: skutki powodzi, natężenie ruchu ulicznego, rozwój pożaru czy dynamikę innych nagłych zdarzeń.

Piąty wymiar pozwala na uwzględnienie w GIS czynnika związanego z wszelkimi kosztami, jak chociażby możliwość oszacowania wydatków związanych z przeprowadzeniem akcji ratunkowej, kosztów związanych z gaszeniem pożaru, czy oszacowanie strat po katastrofie.

Przyszłością GIS są opracowania 5D, 6D a nawet 7D, które będą tak wiernie odzwierciedlały rzeczywistość, iż użytkownik nie tylko uzyska informacje o przestrzennej lokalizacji obiektu, który go interesuje, ale również będzie w stanie usłyszeć i poczuć przez dotyk (faktura, temperatura, ciśnienie, wilgoć) oraz smak otaczającą go przestrzeń (Portal na temat *zastosowania technologii GIS w kartografii, hydrografii oraz nawigacji morskiej*).

## Podsumowanie i wnioski

Narzędzia GIS pozwalają na modelowanie i symulację zjawisk dynamicznych, jakimi są na przykład katastrofy naturalne. Pomaga to specjalistom i decydom lepiej zrozumieć takie zjawiska, a przede wszystkim przewidzieć ich wystąpienie i zmniejszyć związane z tym straty.

Spośród wyżej opisanych technologii, na szczególną uwagę zasługuje koncepcja modelowania informacji o budynku (BIM). Pozwala ona na opracowanie niemal inteligentnego trójwymiarowego modelu budynku, który może mieć istotne znaczenie podczas prowadzenia akcji ratunkowej – możliwość sprawdzenia liczby osób przebywających w budynku, konstrukcja budynku (material), dostępne wyjścia awaryjne, ale również podczas przygotowania planów i scenariuszy reagowania kryzysowego (symulacja różnych zdarzeń).

Inną ważną technologią 3D, z punktu widzenia zarządzania kryzysowego, jest Web 3D Service (W3DS). Z racji swojego podobieństwa do usługi WFS, możliwe jest zastosowanie W3DS w coraz bardziej dynamicznie rozwijających się infrastrukturach danych przestrzennych, zwłaszcza podczas wymiany danych przestrzennych między różnymi jednostkami zaangażowanymi w działania operacyjne, podczas fazy reagowania na zdarzenie kryzysowe.

Warty podkreślenia jest również język CityGML, który z pewnością znajdzie zastosowanie w dziedzinie zarządzania kryzysowego, zwłaszcza na dużych obszarach miejskich.

Oczywiście nie do przecenienia są również możliwości wykorzystania czwartego i piątego wymiaru w narzędziach GIS na potrzeby zarządzania kryzysowego, a więc między innymi możliwość śledzenia na bieżąco skutków powodzi, natężenia ruchu ulicznego, rozwoju pożaru czy innych nagłych zdarzeń, bądź też możliwość oszacowania wydatków związanych z przeprowadzeniem akcji ratunkowej, kosztów związanych z gaszeniem pożaru lub oszacowanie strat po katastrofie.

Należy jednak pamiętać, iż w geometrii wyróżniamy trzy wymiary przestrzeni. Natomiast czas, koszty czy inne parametry odnoszą się jedynie do zmienności pewnych cech obiektów znajdujących się w przestrzeni, a więc nie są to kolejne wymiary przestrzeni.

### Literatura

- Autodesk, <http://usa.autodesk.com/>  
GeoVRML, <http://www.ai.sri.com/geovrml/>  
GIScience, Department of Geography University of Heidelberg, <http://www.w3ds.org/>  
Google Earth, <http://earth.google.com/support/bin/static.py?page=guide.cs&guide=22373&topic=23747&answer=148118&hl=pl/>  
Heidelberg 3D, <http://www.heidelberg-3d.de/>  
Kolbe T., Bacharach S., 2006: CityGML: An Open Standard for 3D City Models. *Directions Magazine*. <http://www.directionsmag.com/articles/citygml-an-open-standard-for-3d-city-models/> 123103  
Nemetschek Allplan GmbH, INTERsoft Spółka z o.o., 2008: Modelowanie informacji o budynku (BIM) optymalizuje procesy projektowania. [http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika,oprogramowanie\\_komputerowe,artykul,modelowanie\\_informacji\\_o\\_budynku\\_bim\\_optymalizuje\\_procesy\\_projektowania,1695](http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika,oprogramowanie_komputerowe,artykul,modelowanie_informacji_o_budynku_bim_optymalizuje_procesy_projektowania,1695)  
OGC, <http://www.opengeospatial.org/>  
Portal na temat zastosowania technologii GIS w kartografii, hydrografii oraz nawigacji morskiej. <http://sites.google.com/site/gisnewage/gis-in-future/>  
Web3D, <http://www.web3d.org/>  
Wikipedia, <http://pl.wikipedia.org/wiki/>

### Abstract

*GIS tools allow to model and simulate dynamic phenomena such as natural disasters. They help specialists and decision makers to better understand these phenomena, and first of all to foresee their occurrence and to reduce their impact.*

*Development of GIS technology gives much more opportunities in the area of spatial data visualization, among other things the opportunity to present data within the spatial and temporal context. Thanks to this, it is possible to follow the dynamics of natural phenomena changes, for example climate (local and global) changes, land dislocation and so on. With the use of such dynamic maps, there is also a chance to observe for instance fire development, the effects of strong winds, or traffic volume. This is of particular significant for the decision making process in the disaster response.*

*This paper aims at making a review of current 3D/4D/5D GIS standards and technologies (among others OGC W3DS, VRML) and to indicate their potential application opportunities in disaster management.*

dr inż. Agnieszka Chojka  
agnieszka.chojka@uwm.edu.pl

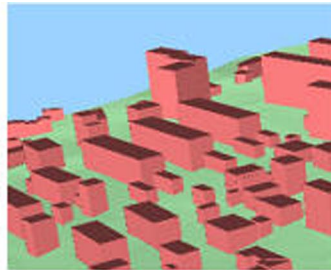




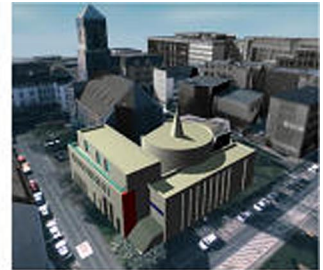
Rys. 2. Trójwymiarowy model miasta Heidelberg – symulacja zdarzenia kryzysowego (źródło: Heidelberg 3D, Emergency Route Service 3D)



LoD0



LoD1



LoD2

LoD3



LoD4



**Rys. 3.** Pięć poziomów dokładności zdefiniowanych przez CityGML (źródło: Kolbe, Bacharach, 2006)